

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 2001-339937  
(43) Date of publication of application : 07.12.2001

---

(51) Int.Cl.

H02M 1/15

---

(21) Application number : 2000-154166 (71) Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22) Date of filing : 25.05.2000 (72) Inventor : UCHIKI ISAO TERAMOTO AKIYOSHI YAMAMOTO YUICHI

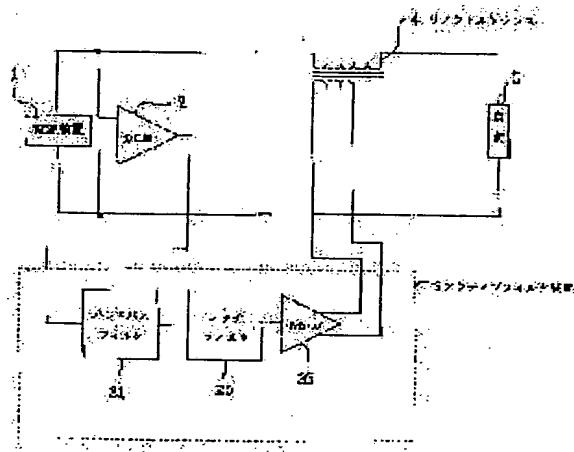
---

## (54) LOW-RIPPLE POWER SUPPLY

### (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To solve a problem that the ripple removal in a power supply of a usual type is lowered due to frequency variation that happens in a ripple element when the frequency changes in the power supply.

**SOLUTION:** A low-ripple power unit comprises a power supply 1 that feeds power to a load 5 through a secondary winding of a reactor transformer 4 and an active filter unit 3 that inputs a voltage element from the power unit 1 and outputs a signal that removes the ripple in the power supply 1 to a primary winding of the reactor transformer 4. The low-ripple power supply also consists of a band-pass filter 31 wherein the active filter unit 3 is connected to the power-supply 1 side, a notch filter 30 that evens a phase of the center frequency of the band-pass filter 31 and an output amplifier 33 of which the output side is connected to the first winding of the reactor transformer 4.



---

**BEST AVAILABLE COPY**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-339937

(P2001-339937A)

(43) 公開日 平成13年12月7日 (2001.12.7)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 02 M 1/15

識別記号

F I

H 02 M 1/15

テマコト<sup>\*</sup>(参考)

5 H 7 4 0

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2000-154166(P2000-154166)

(22) 出願日 平成12年5月25日 (2000.5.25)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 内木 功

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(72) 発明者 寺本 昭好

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(74) 代理人 100073759

弁理士 大岩 増雄

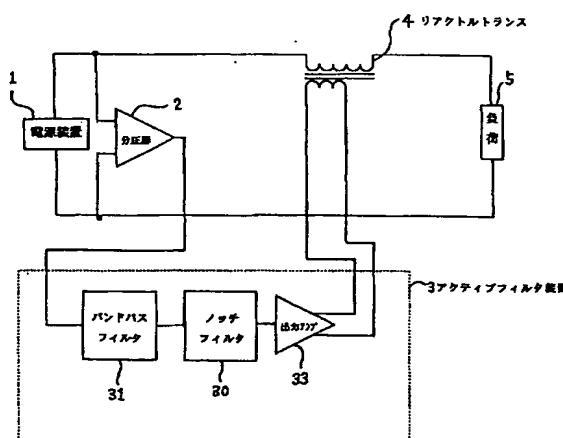
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 低リップル電源装置

(57) 【要約】

【課題】 電源装置に周波数変動が生じたとき、リップル成分にも周波数変動が生じ、従来の装置ではリップルの除去能力が低下する。

【解決手段】 リアクトルトランス4の二次巻線を介して負荷5に電力を供給する電源装置1、およびこの電源装置1から電圧成分を入力し、電源装置4のリップルを除去する信号をリアクトルトランス4の一次巻線に出力するアクティブフィルタ装置3を備え、アクティブフィルタ装置3を、電源装置1側に接続されたバンドパスフィルタ31と、このバンドパスフィルタ31の中心周波数での位相特性を平坦にするノッチフィルタ30と、出力側がリアクトルトランス4の一次巻線に接続された出力アンプ33とで構成している。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 リアクトルトランスの二次巻線を介して負荷に電力を供給する電源装置、およびこの電源装置から電圧成分を入力し、上記電源装置のリップルを除去する信号を上記リアクトルトランスの一次巻線に出力するアクティブフィルタ装置を備え、上記アクティブフィルタ装置は、上記電源装置側に接続されたバンドバスフィルタと、このバンドバスフィルタの中心周波数での位相特性を平坦にするノッチフィルタと、出力側が上記リアクトルトランスの一次巻線に接続された出力アンプとで構成されていることを特徴とする低リップル電源装置。

【請求項2】 リアクトルトランスの二次巻線を介して負荷に電力を供給する電源装置、およびこの電源装置から電圧成分を入力し、上記電源装置のリップルを除去する信号を上記リアクトルトランスの一次巻線に出力するアクティブフィルタ装置を備え、上記アクティブフィルタ装置は、上記電源装置側に接続されると共にスイッチ周波数信号発振回路により制御されるスイッチドキャバシタ型バンドバスフィルタと、出力側がリアクトルトランスの一次巻線に接続された出力アンプとで構成されていることを特徴とする低リップル電源装置。

【請求項3】 スイッチ周波数信号発振回路の出力周波数の最小設定幅が設定推測値の0.02%以下であり、また設定精度が0.02%以下であることを特徴とする請求項2記載の低リップル電源装置。

【請求項4】 スイッチドキャバシタ型バンドバスフィルタが電圧制御発振器（VCO）からなるスイッチ周波数信号発振回路で制御されるようなされていることを特徴とする請求項2または請求項3記載の低リップル電源装置。

【請求項5】 スイッチドキャバシタ型バンドバスフィルタがフェーズロックループ回路（PLL）を含む発振器からなるスイッチ周波数信号発振回路で制御されるようなされていることを特徴とする請求項2または請求項3記載の低リップル電源装置。

【請求項6】 スイッチドキャバシタ型バンドバスフィルタが基準周波数発振器と、基準周波数を分周する可変分周器とからなるスイッチ周波数信号発振回路で制御されるようなされていることを特徴とする請求項2または請求項3記載の低リップル電源装置。

【請求項7】 電源装置の出力電流値を読み込んで、そのリップルの周波数を算出し、スイッチ周波数信号発振回路の発振周波数をリップル除去に最適な出力周波数に設定する計算装置を備えたことを特徴とする請求項2～請求項6のいずれか一項記載の低リップル電源装置。

【請求項8】 スイッチ周波数信号発振回路が、周波数固定のスイッチ周波数信号発振回路と、計算装置で周波数設定されるスイッチ周波数信号発振回路とで構成されていることを特徴とする請求項7記載の低リップル電源装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は低リップル電圧を供給する電源装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 図14において、1は電源装置、2はこの電源装置1に接続され、電源電圧を制御レベルに分圧する分圧器、3は分圧器2の出力を入力するアクティブフィルタ装置、4はその二次巻線が電源装置1と後述する負荷との間に接続され、一次巻線が上記アクティブフィルタ装置3の出力側に接続されたリアクトルトランス、5はリアクトルトランス4を介して接続された電源装置1の負荷である。アクティブフィルタ3はバンドバスフィルタ31と出力アンプ33を有している。

【0003】 次に動作を説明する。電源装置1の出力電圧は分圧器2によって検出され、制御レベルまで分圧された後、アクティブフィルタ装置3のバンドバスフィルタ31に入力される。このバンドバスフィルタ31の周波数は、電源装置1で出力されると考えられる周波数成分に合わせて予め設定しておく。バンドバスフィルタ31を通過した電圧は、図には示されていない演算回路部に入力され、ここで位相およびゲインが調整され、入力された電圧に対しこれを打ち消すような信号を出力アンプ33に送信する。出力アンプ33は受け取った信号を増幅し、リアクトルトランス4の一次巻線に出力することで、リアクトルトランス4の二次巻線には電源装置1で出力されたリップル電圧を打ち消すような逆電圧が出力され、結果的に負荷5には低リップルの電圧を供給することが可能となる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 アクティブフィルタ装置3の構成要素であるバンドバスフィルタ31の位相特性は、図15の15bに示すとおり、中心周波数60Hzを境にして、周波数が低いときは「進み」となり、高いときは「遅れ」と急峻に変化していることがわかる。なお、図15の15aはゲイン特性である。

【0005】 ここで、電源装置1に入力される交流電源に周波数変動が生じたとき、電源装置1の出力に含まれるリップル成分にも周波数変動が生じることになるため、これはバンドバスフィルタ31に入力される信号にも同様に影響することになる。15bに示すとおり、中心周波数60Hzに対し周波数が変動した電圧が入力されたとすると、その度合が仮にわずかであったとしても、位相は進みか遅れかに大きく変動することになるため、アクティブフィルタ装置3のリップル電圧の減衰能力が低下することがあった。

【0006】 この発明は上記のような問題を解決するためになされたものであり、バンドバスフィルタにノッチフィルタを組み合わせ、その中心周波数において位相特性が平坦になるようにして、入力電源装置の周波数変動

に影響されないような低リップル電源装置を得ることを目的とする。

【0007】また、入力電源装置の周波数が変動しても部品である回路基板の変更なしに容易に低リップル出力に調整できる安価な低リップル電源装置を得ることを目的とする。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段】この発明に係る低リップル電源装置は、リアクトルトランスの二次巻線を介して負荷に電力を供給する電源装置、およびこの電源装置から電圧成分を入力し、上記電源装置のリップルを除去する信号を上記リアクトルトランスの一次巻線に出力するアクティブフィルタ装置を備え、上記アクティブフィルタ装置を、上記電源装置側に接続されたバンドバスフィルタと、このバンドバスフィルタの中心周波数での位相特性を平坦にするノッチフィルタと、出力側が上記リアクトルトランスの一次巻線に接続された出力アンプとで構成したものである。

【0009】また、リアクトルトランスの二次巻線を介して負荷に電力を供給する電源装置、およびこの電源装置から電圧成分を入力し、上記電源装置のリップルを除去する信号を上記リアクトルトランスの一次巻線に出力するアクティブフィルタ装置を備え、上記アクティブフィルタ装置を、上記電源装置側に接続されると共にスイッチ周波数信号発振回路により制御されるスイッチドキャバシタ型バンドバスフィルタと、出力側がリアクトルトランスの一次巻線に接続された出力アンプとで構成したものである。

【0010】また、スイッチ周波数信号発振回路の出力周波数の最小設定幅を設定推測値の0.02%以下に、また設定精度が0.02%以下にしたものである。

【0011】また、スイッチドキャバシタ型バンドバスフィルタを電圧制御発振器（VCO）からなるスイッチ周波数信号発振回路で制御するようにしたものである。

【0012】また、スイッチドキャバシタ型バンドバスフィルタをフェーズロックループ回路（PLL）を含む発振器からなるスイッチ周波数信号発振回路で制御するようにしたものである。

【0013】また、スイッチドキャバシタ型バンドバスフィルタを基準周波数発振器と、基準周波数を分周する可変分周器とからなるスイッチ周波数信号発振回路で制御するようにしたものである。

【0014】また、電源装置の出力電流値を読み込んで、そのリップルの周波数を算出し、スイッチ周波数信号発振回路の発振周波数をリップル除去に最適な出力周波数に設定する計算装置を備えたものである。

【0015】また、スイッチ周波数信号発振回路を、周波数固定のスイッチ周波数信号発振回路と、計算装置で周波数設定されるスイッチ周波数信号発振回路とで構成したものである。

#### 【0016】

【発明の実施の形態】実施の形態1. 以下、この発明の実施の形態1を図に基づいて説明する。図1において、30はアクティブフィルタ装置3内のバンドバスフィルタ31に接続されたノッチフィルタであり、その他の構成要素は図14と同様なので説明を省略する。

【0017】図2はバンドバスフィルタ31およびノッチフィルタ30の回路構成例である。ノッチフィルタ30はバンドバスフィルタ30aおよび加算回路30bで構成されている。なお、バンドバスフィルタ30aはバンドバスフィルタ31と同一構成となっている。

【0018】次に動作を説明する。図2において、初段のバンドバスフィルタ31の後段にさらにバンドバスフィルタ30aおよび加算回路30bで構成されたノッチフィルタ30を追設することにより、図3の3aに示すような位相特性を得ることができた。比較のため記載した従来技術時の位相特性である3bと比べると、3aは中心周波数である60Hzにおいてカーブが平坦となっていることがわかる。この拡大図を図4に示す。図4において、一般の商用AC電源周波数精度である±0.2%内(59.85~60.15Hz)についてみると、位相は殆ど変化していないことがわかる。

【0019】よって、入力の周波数が変動したとしても位相特性に変化は生じないため、アクティブフィルタ装置30によるリップル減衰能力が低下することはない。これにより、系統電圧に左右されることなく安定した低リップル電源装置を得ることができる。

【0020】実施の形態2. 次に、この発明の実施の形態2を図に基づいて説明する。図5において、3はアクティブフィルタ装置、32は分圧器2の出力を周波数弁別するスイッチドキャバシタ型バンドバスフィルタ、33はこのフィルタ32の出力を増幅しリアクトルトランス4の一次巻線に印加する出力アンプ、34はスイッチドキャバシタ型フィルタ32のコンデンサの入切を駆動するスイッチ周波数(fSW)信号発振回路である。スイッチ周波数信号発振回路34は、周波数の最小設定幅が設定推測値の0.02%以下で設定できるもので、設定精度も0.02%以下である。

【0021】図6は、スイッチドキャバシタ型バンドバスフィルタ32の回路構成例であり、一般的なバイクワッド型フィルタである。32aはスイッチドキャバシタ型バンドバスフィルタを構成するオペアンプ、32bはコンデンサの入切を行うスイッチである。図7は、バイクワッド型フィルタの主要構成である積分回路部分を示している。

【0022】次に動作を説明する。図7において、スイッチ32bが入力側（ア）へ接続されている時に、コンデンサC1に入力電圧Vi nに比例した次式の電荷量qが蓄積される。

$$q = C_1 \times V_{in}$$

次に、スイッチ32bがオペアンプ32a側(イ)に接続されると、qが放出される。オペアンプ32aの入力端子間の電圧が0になるようにコンデンサC2にqが蓄えられる。この繰り返しを周波数f<sub>SW</sub>で行うと、スイッチ32bを通して、入力側からオペアンプ側へ次の平均電流iが流れているに等しくなる。

$$i = f_{SW} \times C_1 \times V_i n$$

上式は、スイッチ32bの入力側とオペアンプ側間がR = f<sub>SW</sub> × C1の抵抗を持っているに等しくなる。

【0023】よって、図6に示した回路は、一般的なバイクワッド型フィルタの構成となっていることがわかる。Rは周波数f<sub>SW</sub>に比例しているために、図6のバンドパスフィルタは、周波数f<sub>SW</sub>を変更すれば容易に中心周波数を変更できることがわかる。

【0024】一般に、商用AC電源周波数の精度は0.2%程度である。リップルの周波数は商用周波数に依存しているが、0.2%の1/10の精度で図6に示すスイッチドキャバシタ型バンドパスフィルタの中心周波数を調整することにより、打ち消したいリップルの周波数を精度よく弁別できるようになり、低リップル化を達成できる。

【0025】従来のものでは、打ち消したいリップル周波数に応じて、複数の種類のフィルタ基板を設計・製作していたが、スイッチドキャバシタ型バンドパスフィルタ32では、周波数f<sub>SW</sub>を変更すれば容易に中心周波数を変更できるため、単一仕様のフィルタ基板を設計・製作すればよく、大幅なコスト削減ができる。また、周波数f<sub>SW</sub>を変更することは容易であるから、バンドパスフィルタの中心周波数の微調整が容易となり、低リップル化のための調整作業の短縮化ができる。

【0026】実施の形態3。上記実施の形態2では、スイッチ周波数信号発振回路34として、汎用の発振器を採用しているが、本実施の形態3では、図8に示すように、スイッチ周波数信号発振回路34を電圧制御発振器(VCO)37と基準電圧源35と可変抵抗器36とで構成した。

【0027】図8の構成により、スイッチドキャバシタ型バンドパスフィルタと同一基板上にスイッチ周波数信号発振回路34を組み込むことができ、実施の形態2より部品点数を少なくでき、より安価にできる。

【0028】実施の形態4。図9はこの発明の実施の形態4を示すもので、スイッチ周波数信号発振回路34として、図9に示すように、電圧制御発振器(VCO)37を用いたフェーズロックループ回路を構成している。すなわち、38は基準周波数発振器、39は位相比較器、42はループ・フィルタ、40は可変分周器、41はデジタルスイッチである。

【0029】位相比較器39は、電圧制御発振器37の出力を可変分周器40で分周した信号と基準周波数発振器38の出力信号の位相差に相当する時間幅のパルス電

圧を基準周波数で出力する。ループ・フィルタ42で位相比較器39の出力パルス信号を平滑化し、電圧制御発振器37に入力する。基準周波数発振器38として水晶発振器が用いられる。水晶発振器は10<sup>-5</sup>程度の安定度であり、このフェーズロックループ回路の動作により、デジタルスイッチ41で設定した可変分周器30の分周数に相当する周波数が、基準周波数発振器38と同程度に安定して出力され、スイッチ周波数信号(f<sub>SW</sub>信号)としてスイッチドキャバシタ型バンドパスフィルタ32に印加される。

【0030】前述の実施の形態3では、周波数を安定化する構造を持たないため、スイッチ周波数信号発振回路34を例えれば恒温槽に入れる等の処置をしないと周波数が安定しなかったが、本実施の形態4では、恒温槽に入れなくとも安定した周波数が得られるので、安価にできると共に、スイッチドキャバシタ型バンドパスフィルタ32の中心周波数を高精度に設定できるようになり、精度の高い低リップル電源装置を得ることができる。

【0031】実施の形態5。上記実施の形態4では、スイッチ周波数信号発振回路34として、フェーズロックループ回路を用いたが、本実施の形態5では、図10に示すように、スイッチ周波数信号発振回路34を基準周波数発振器38、可変分周器40、デジタルスイッチ41で構成している。

【0032】可変分周器40は、スイッチ周波数の設計値f<sub>SW0</sub>に対し5000倍以上の周波数f<sub>0</sub>の基準周波数発振器38の出力信号を、デジタルスイッチ41で設定した分周数に分周し、スイッチ周波数としてスイッチドキャバシタ型バンドパスフィルタ32に出力する。この動作により、スイッチ周波数はf<sub>SW0</sub>の0.02%以下のステップ幅で設定できる。基準周波数発振器38として水晶発振器を用いる。水晶発振器は10<sup>-5</sup>程度の安定度があり、出力されるスイッチ周波数は、必要とされる周波数設定精度0.02%以下に設定できる。

【0033】以上のように構成することにより、周波数の安定性は実施の形態4と同程度にもかかわらず、構成が簡単で、より安価な低リップル電源装置を得ることができる。

【0034】実施の形態6。前述の実施の形態2乃至実施の形態5では、スイッチ周波数は手動設定しているが、本実施の形態6は、図11に示すように、新たに計算装置43を追設している。計算装置43は、中央演算装置(CPU)43a、電源装置1の出力電圧を読み込むアナログ入力(AI)カード43b、スイッチ周波数信号発振回路34を設定する制御出力(AOまたはDO)カード43cを有している。

【0035】図12は計算装置43の処理フローを示している。電源装置1の出力電圧を5000回以上読み取り(ステップ1)、DC成分を引いた後(ステップ2)、高速フーリエ演算によりリップル周波数を算出する(ス

ステップ3)。5000以上のデータ数で高速フーリエ演算を行うため、リップル周波数は、0.02%以下の精度で同定できる(ステップ4)。スイッチドキャバシタ型バンドバスフィルタ32の中心周波数が、算出されたリップル周波数と一致するようなスイッチ周波数を算出し(ステップ5)、スイッチ周波数信号発振回路34に設定する(ステップ6)。

【0036】上記実施の形態2乃至実施の形態5では、商用AC電源周波数の変動等により、突然リップル周波数が変動した場合には、スイッチドキャバシタ型バンドバスフィルタ32の中心周波数とリップル周波数がずれ、位相がずれた信号がリアクトルトランス4に入力されることとなり、効果的にリップルを打ち消すことができなくなる。本実施の形態6では、リップル周波数が突然変動した場合にも、最適なフィルタの条件でリップルを効果的に打ち消すことができ、常にリップルが小さく安定した低リップル電源装置を得ることができる。

【0037】実施の形態7。上記実施の形態6では、スイッチ周波数信号発振回路34は1個構成であったが、本実施の形態7は、図13に示すように、34aの周波数固定のスイッチ周波数信号発振回路(1)と34bの計算装置43で設定可能なスイッチ周波数信号発振回路(2)でスイッチ周波数信号発振回路34を構成し、両周波数を合成してスイッチドキャバシタ型バンドバスフィルタ32にスイッチ周波数として入力している。

【0038】リップル周波数の変動は小さく、例えばfSWの90%程度の周波数をスイッチ周波数信号発振回路(1)34aで発生させておき、残り10%程度の周波数を計算装置43で制御すれば、スイッチ周波数信号発振回路(2)34bの最小設定幅は0.2%以下に緩めることができる。

【0039】よって、スイッチ周波数信号発振回路を安価に構成でき、実施の形態6よりも安価で、実施の形態6と同様に、常にリップルが小さく安定した低リップル電源装置を得ることができる。

#### 【0040】

【発明の効果】以上のように、この発明によれば、入力電源装置の周波数が変動したとしても位相特性の変化は殆ど生じないため、リップル除去能力が低下するがなく、従って、系統電圧に左右されることなく安定した低リップル電源装置を得ることができる。

【0041】また、スイッチドキャバシタ型バンドバスフィルタでは、その中心周波数の微調整が容易となり、低リップル化のための調整作業の短縮化ができる。

【0042】また、スイッチドキャバシタ型バンドバスフィルタは、単一仕様のフィルタ基板を設計・製作すればよく、大幅なコスト削減ができる。

【0043】また、スイッチドキャバシタ型バンドバスフィルタと同一基板上にスイッチ周波数信号発生回路を組み込むことができ、部品点数を少なくでき、安価な装

置を得ることができる。

【0044】また、周波数固定と可変の2個のスイッチ周波数信号発振回路を用いることにより、一層安定したリップル除去能力を有する低リップル電源装置を得ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1に係る低リップル電源装置を示す回路図である。

【図2】 実施の形態1のバンドバスフィルタおよびノッチフィルタを示す回路図である。

【図3】 実施の形態1のノッチフィルタの位相特性を示す図である。

【図4】 図3の一部拡大図である。

【図5】 この発明の実施の形態2に係る低リップル電源装置を示す回路図である。

【図6】 実施の形態2のスイッチドキャバシタ型バンドバスフィルタの構成例を示す回路図である。

【図7】 図6の一部を示す図である。

【図8】 この発明の実施の形態3に係る低リップル電源装置を示す回路図である。

【図9】 この発明の実施の形態4に係る低リップル電源装置を示す回路図である。

【図10】 この発明の実施の形態5に係る低リップル電源装置を示す回路図である。

【図11】 この発明の実施の形態6に係る低リップル電源装置を示す回路図である。

【図12】 実施の形態6の動作を説明するフローチャートである。

【図13】 この発明の実施の形態7に係る低リップル電源装置を示す回路図である。

【図14】 従来の低リップル電源装置を示す回路図である。

【図15】 従来装置のアクティブフィルタの特性を示す図である。

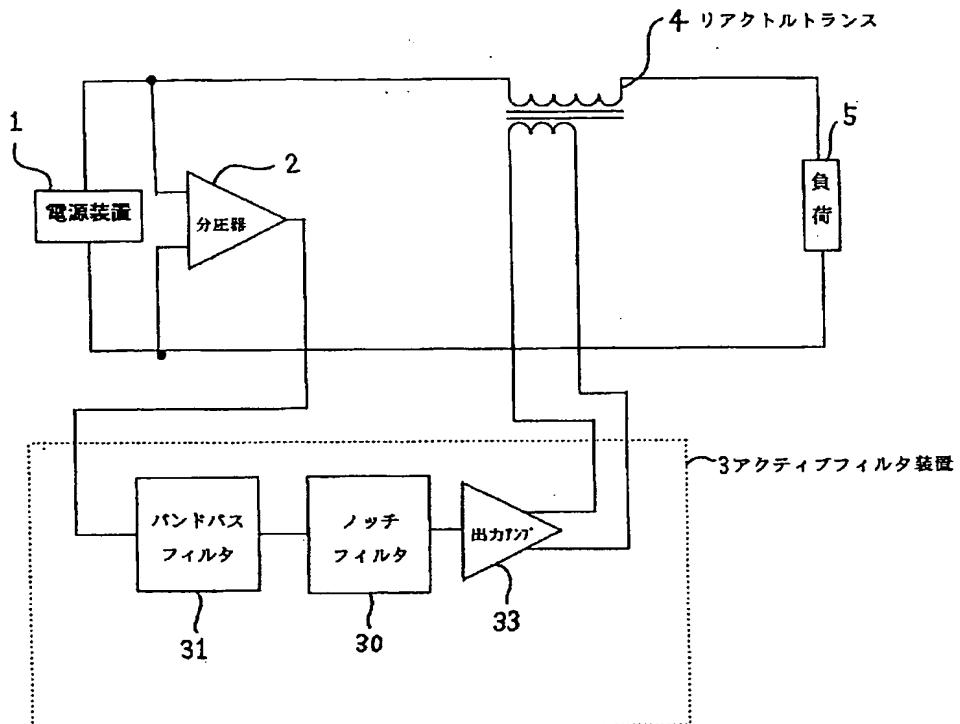
#### 【符号の説明】

1 電源装置、	2 分圧器、	3
アクティブフィルタ装置、	4 リアクトルトラン	
ス、5 負荷、	30 ノッチフ	
30a バンドバスフィルタ、	30b	
加算回路、31 バンドバスフィルタ、32 スイッチ		
ドキャバシタ型バンドバスフィルタ、32a オペアン		
プ、32b スイッチ、33 出力アン		
34 スイッチ周波数信号発振回路		
路、34a スイッチ周波数信号発振回路(1)、34		
b スイッチ周波数信号発振回路(2)、35 基準電		
圧源、36 可変抵抗器、37 電圧		
制御発振器(VCO)、38 基準周波数発振器、3		
9 位相比較器、40 可変分周器、		
41 デジタルスイッチ、42 ループ・フ		
ィルタ、43 計算装置、43a 中		

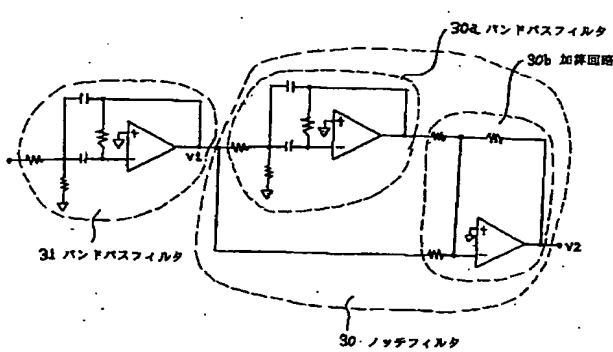
央演算装置、43b A/Iカード、

43 c AOまたはDOカード。

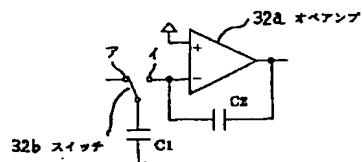
【図1】



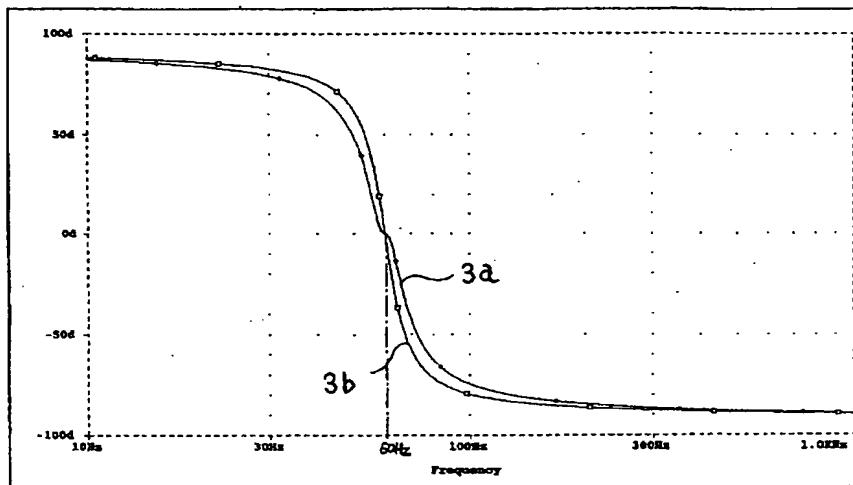
【図2】



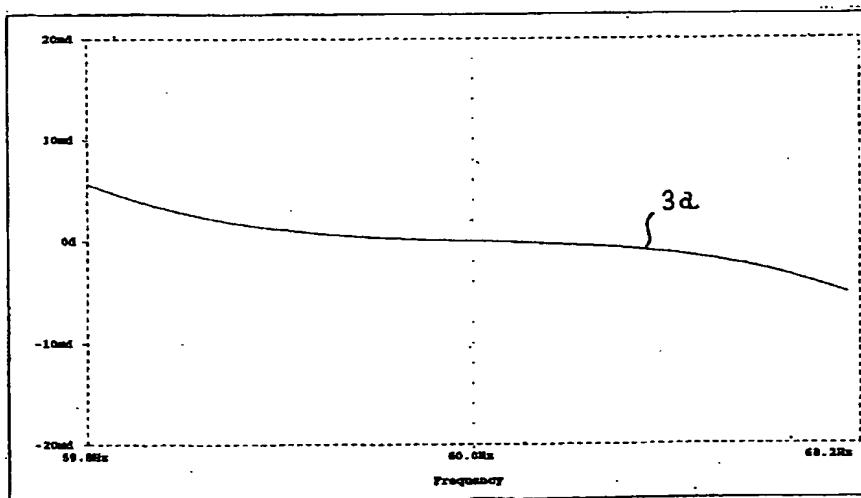
【図7】



【図3】

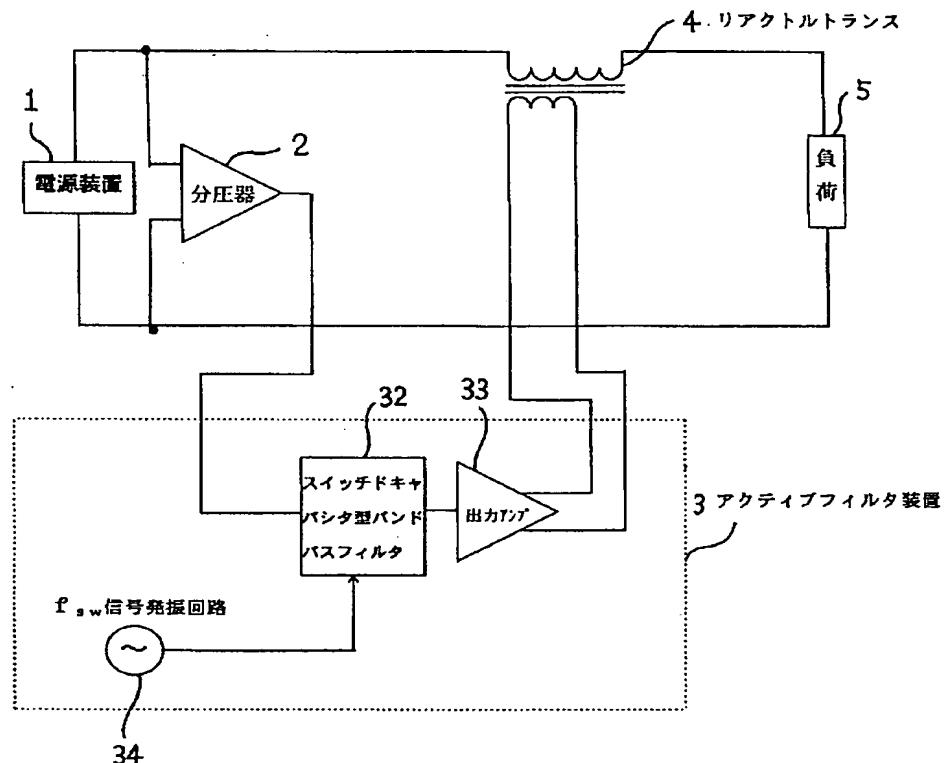


【図4】

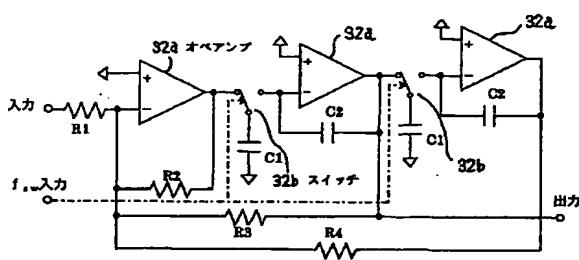


BEST AVAILABLE COPY

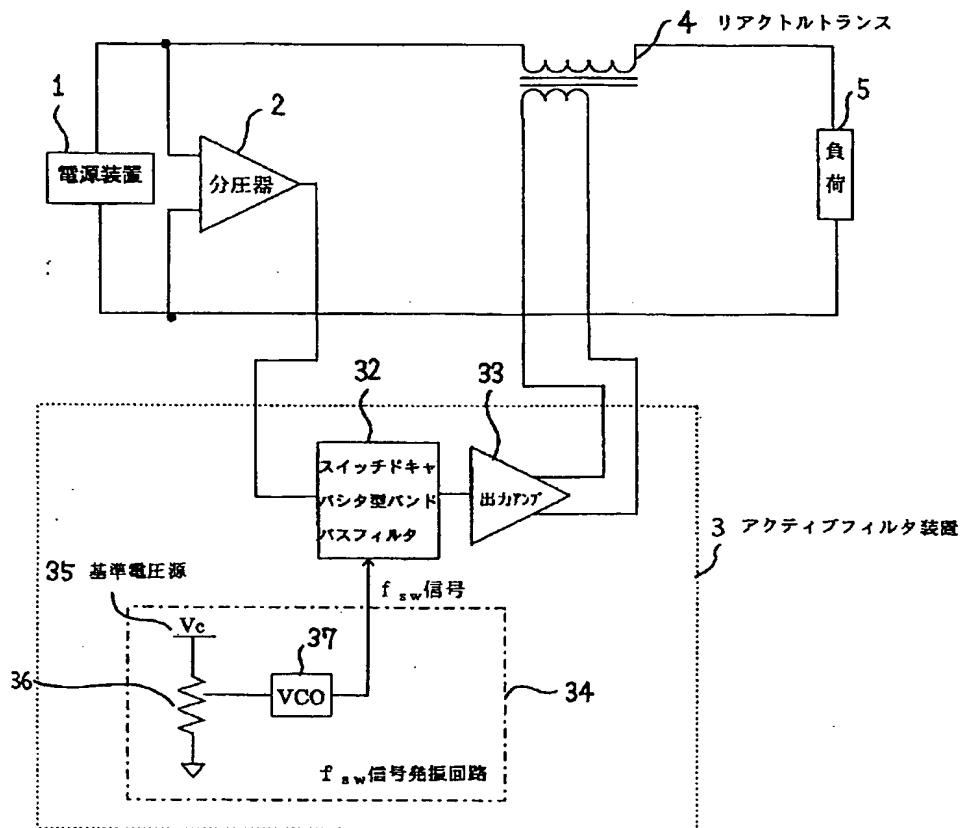
【図5】



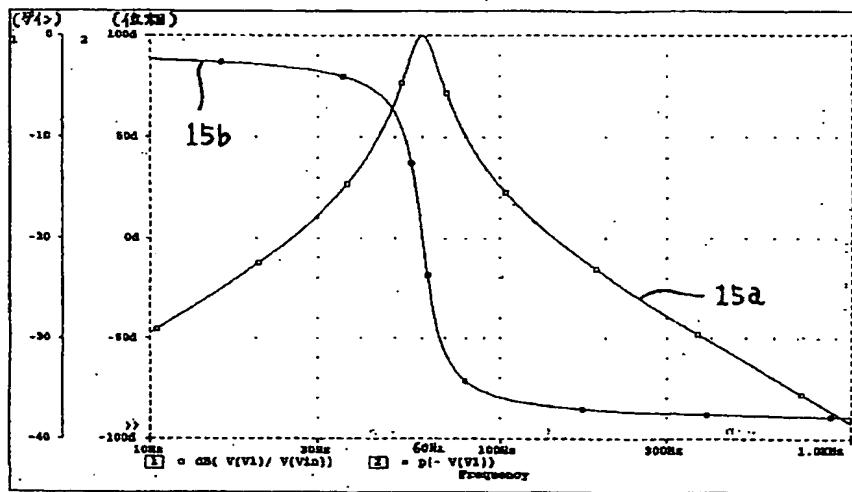
【図6】



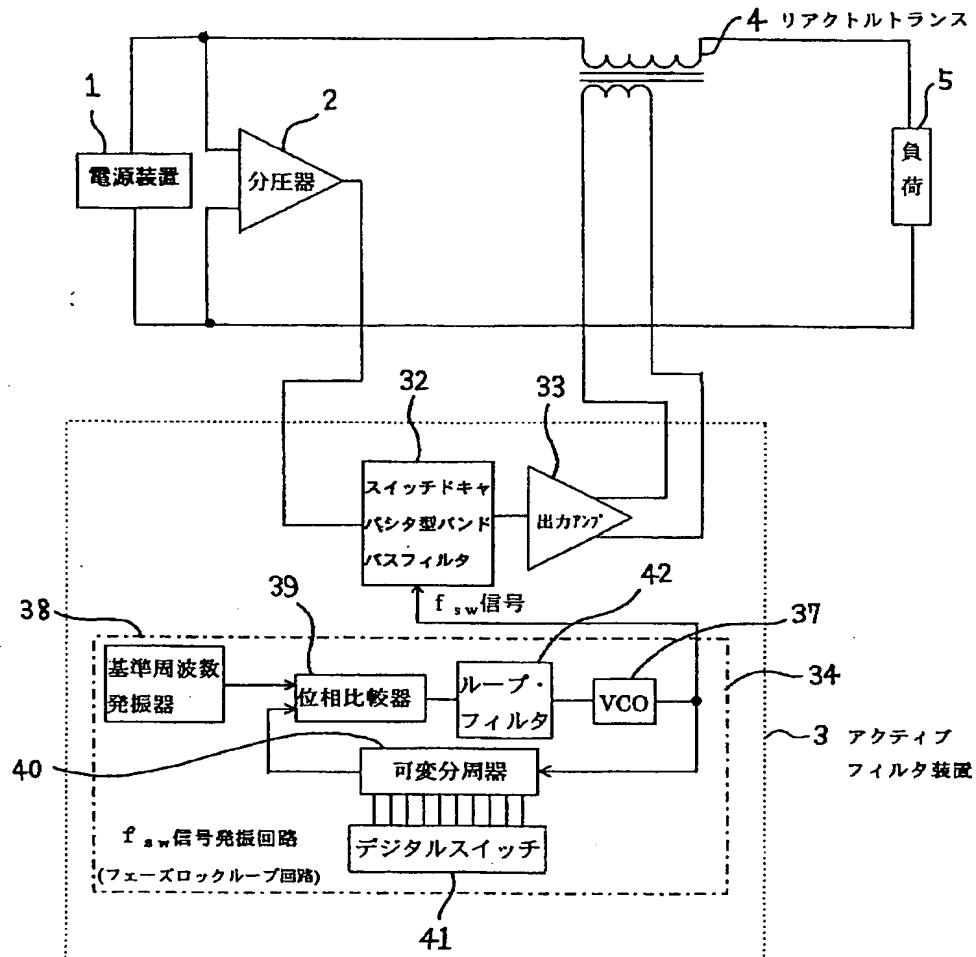
【図8】



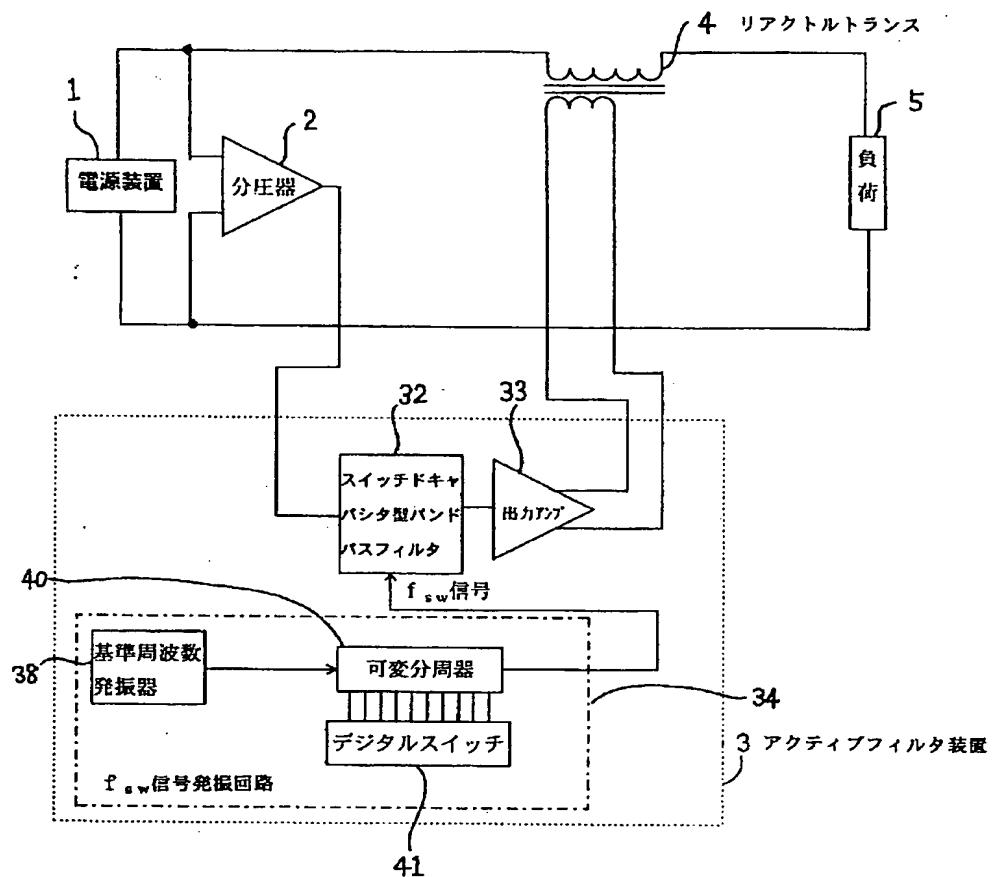
【図15】



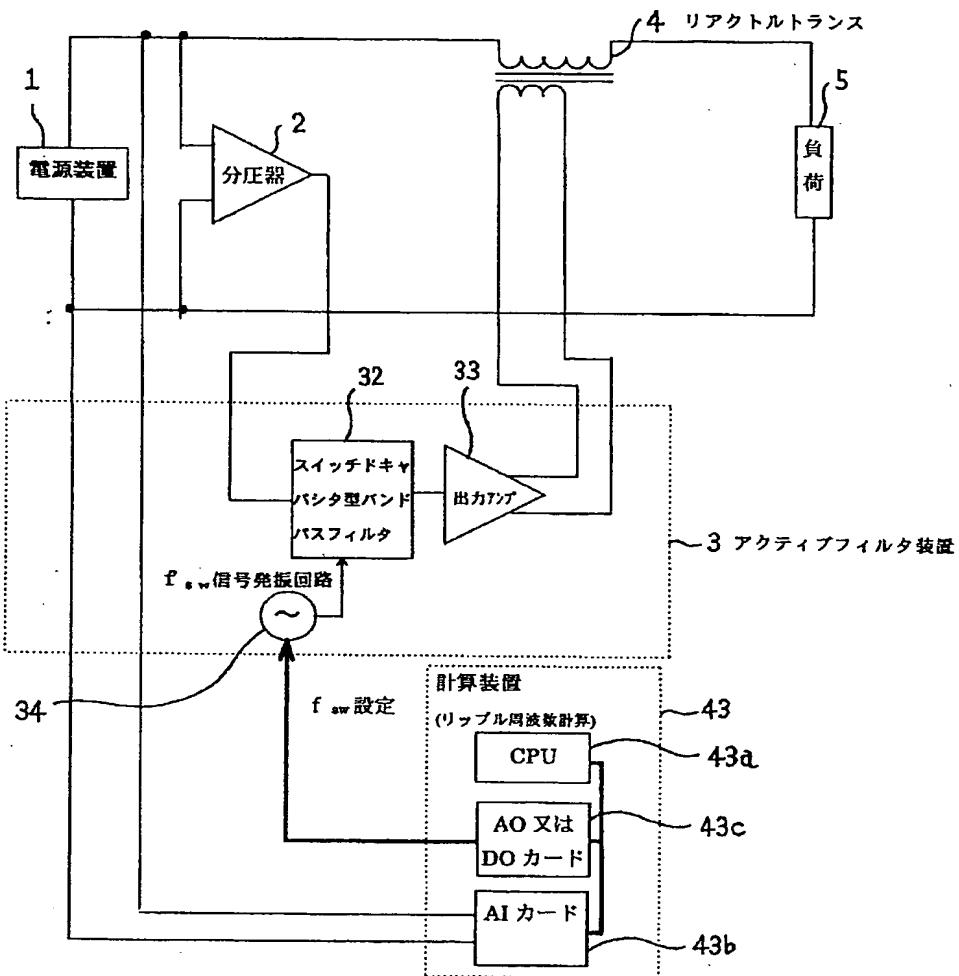
【図9】



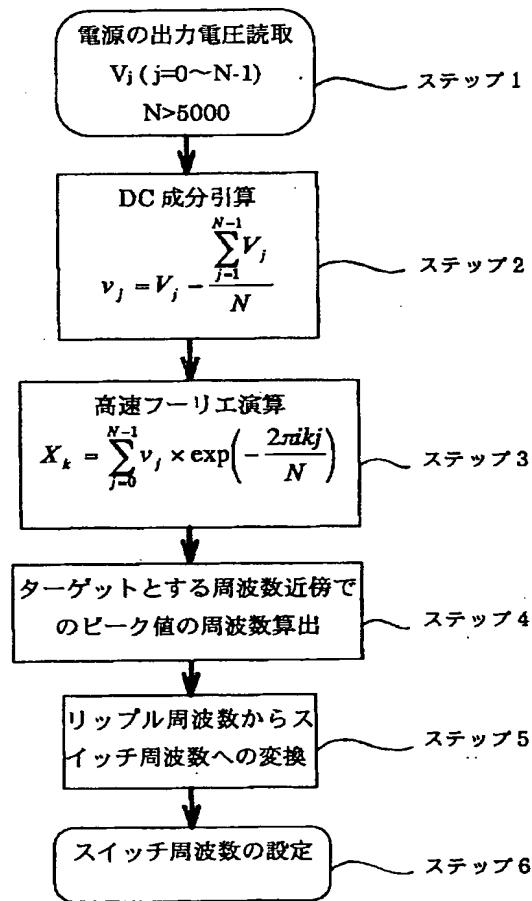
【図10】



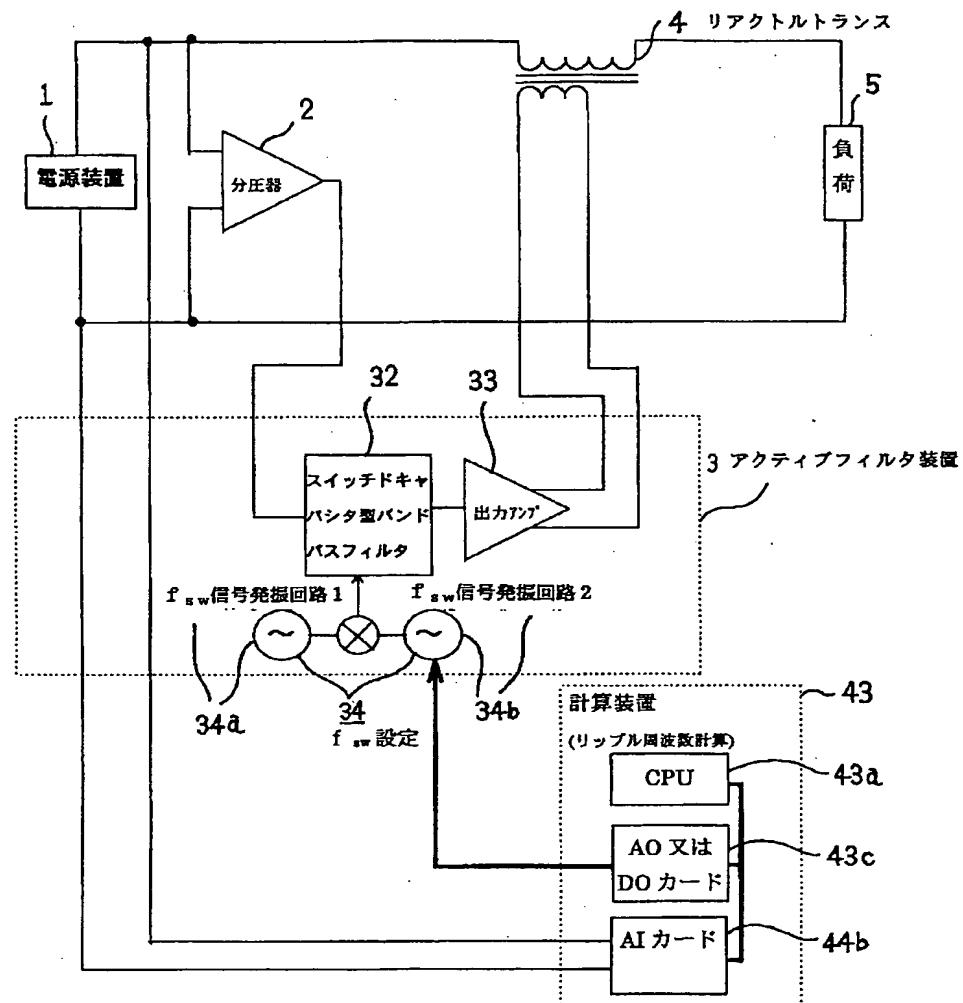
【図11】



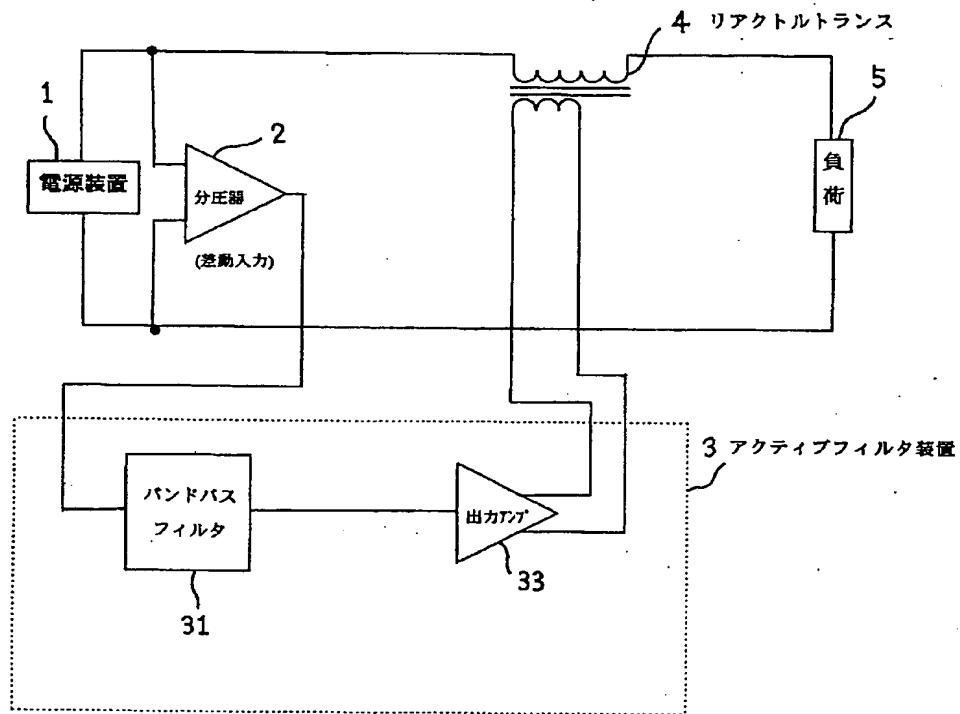
【図12】



【図13】



【図14】




---

フロントページの続き

(72)発明者 山本 雄一

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

Fターム(参考) 5H740 AA02 BA18 BB01 BB07 NN08